

PAT-NO: JP02000224827A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000224827 A  
TITLE: ELECTROMAGNETIC TYPE LINEAR ACTUATOR  
PUBN-DATE: August 11, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMADA, ETSUSHI	N/A
MORITA, YOSHIYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DENSO CORP	N/A

APPL-NO: JP11026635

APPL-DATE: February 3, 1999

INT-CL (IPC): H02K033/12, H02K033/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-position stabilization type linear actuator which has large thrust.

SOLUTION: In this electromagnetic type linear actuator, four teeth 11-14 are protruded on the peripheral surface of a soft magnetic fixed core 1, at specified intervals, in order from one side in the axial direction to the axial direction. Coils 3-5 are accommodated in slot parts 15-17 between the teeth. A movable core 2 is constituted by alternately unifying four soft magnetic materials 24-27 and three permanent magnets 21-23 in a body

in the axial  
direction. The permanent magnets 21, 23 on both sides are  
so arranged that the  
polarities in the axial direction are opposite to the  
polarity of the central  
permanent magnet 22. As a result, stable states are  
obtained at three  
positions when a current is cut off, and the shift between  
the three positions  
is enabled by switching a current to the coils 3-5.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-224827

(P2000-224827A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

特コード\* (参考)

H 0 2 K 33/12

H 0 2 K 33/12

5 H 6 3 3

33/02

33/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-26635

(22) 出願日

平成11年2月3日 (1999.2.3)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山田 悦史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 森田 義之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100081776

弁理士 大川 宏

Fターム (参考) 5H633 BB07 BB08 BB10 GG02 GG04

GG09 GG16 HH03 HH08 HH12

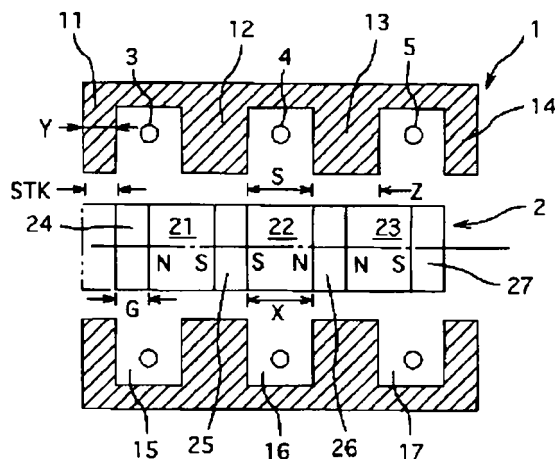
HH13 HH25

(54) 【発明の名称】 電磁式リニアアクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 推力が大きな三位置安定型リニアアクチュエータを提供すること。

【解決手段】 本発明の電磁式リニアアクチュエータは、軟磁性の固定コア1の周面には軸方向一方側から順に軸方向へ所定間隔隔てて4つの歯部11～14が突設され、これら歯部間のスロット部15～17にはコイル3～5がそれぞれ収容されている。可動コア2は、4つの軟磁性体24～27と3つの永久磁石21～23とを軸方向交互に一体化してなり、両側の永久磁石21、23は中央の永久磁石22と軸方向極性反対に配置されている。このようにすれば、通電遮断状態で3位置で安定させることができるとともに、コイル3～5への通電切り替えによりこれら3位置間でシフトさせることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】軸方向一方側から順に軸方向へ所定間隔隔てて周面に突設される第1歯部、第2歯部、第3歯部及び第4歯部、及び、隣接する各前記歯部間に設けられた3つのスロット部を有する軟磁性の固定コアと、前記スロット部に個別に収容される3つのコイルと、軸方向一方側から第1軟磁性体、第1永久磁石、第2軟磁性体、第2永久磁石、第3軟磁性体、第3永久磁石及び第4軟磁性体の順に一体化されて前記永久磁石により前記第1、第3軟磁性体がN極に、前記第2、第4軟磁性体がS極に磁化されてなる軸方向移動自在な可動コアと、

を備え、

前記第1軟磁性体の周面は前記第1歯部の周面に対面可能に設けられ、前記第2軟磁性体の周面は前記第2歯部の周面に対面可能に設けられ、前記第3軟磁性体の周面は前記第3歯部の周面に対面可能に設けられ、前記第4軟磁性体の周面は前記第4歯部の周面に対面可能に設けられ、かつ、

前記可動コアは、各前記コイルへの通電、非通電の組み合わせにより、中央位置、一方位置及び他方位置からなる3つの安定位置をとるとともに、前記各コイルに通電しない場合に各前記歯部と前記可動コアの各前記軟磁性体との間の磁気力により前記3つの安定位置で安定することを特徴とする電磁式リニアアクチュエータ。

【請求項2】請求項1記載の電磁式リニアアクチュエータにおいて、

前記可動コアは、前記永久磁石により隣接する前記歯部に形成される磁束と同一方向へ磁束を形成する方向へ前記コイルの一つに通電し、前記永久磁石により隣接する前記歯部に形成される磁束と反対方向へ磁束を形成する方向へ残りの前記コイルに通電することにより前記3つの安定位置間でシフトされることを特徴とする電磁式リニアアクチュエータ。

【請求項3】請求項1又は2記載の電磁式リニアアクチュエータにおいて、

前記可動コアが前記一方位置にある場合に、前記第1、第2軟磁性体の周面は前記第1、第2歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、前記第3、第4軟磁性体の周面は前記第3、第4歯部の周面に略対面しない配置を有し、

前記可動コアが前記他方位置にある場合に、前記第3、第4軟磁性体の周面は前記第3、第4歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、前記第1、第2軟磁性体の周面は前記第1、第2歯部の周面に略対面しない配置を有し、

前記可動コアが前記中央位置にある場合に、前記第2、第3軟磁性体の周面は前記第2、第3歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、前記第1、第4軟磁性体の周面は前記第1、第4歯部の周面に略対面しない配置

を有することを特徴とする電磁式リニアアクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、永久磁石型の可動コアを有する電磁式リニアアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】ある種の用途では、軸方向三位置間をシフト可能な三位置安定型リニアアクチュエータが要望されており、それに対して、実開平6-44384号は二位置安定型の電磁リニアアクチュエータを提案している。この二位置安定型リニアアクチュエータは、円筒状で軟磁性の固定コアの内周側に軸方向一方側から順に軸方向へ所定間隔隔てて巻装された3つのコイルと、このコイルの内側に軸方向変位自在に挿入された可動コアとを備え、この可動コアは、一対の永久磁石により軟磁性体を挟み、これら一対の永久磁石の極性配置を軸方向において反対とした構成を有している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の電磁式リニアアクチュエータは推力が弱く、三位置安定ができず、かつ、通電遮断時に所定位置に復帰することができないという問題があった。また、これら3つのコイルに常時通電しなければならないという問題もあった。

【0004】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、推力が大きな三位置安定型リニアアクチュエータを提供することをその目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した本発明の電磁式リニアアクチュエータは、軟磁性の固定コアと、この固定コアの周面に軸方向変位自在に対面する可動コアとを有する。固定コアの周面には軸方向一方側から順に軸方向へ所定間隔隔てて4つの歯部が突設され、これら歯部間のスロット部にはコイルがそれぞれ収容されている。

【0006】可動コアは、4つの軟磁性体と軸方向磁化された3つの永久磁石を軸方向交互に一体化してなり、各軟磁性体の周面が各歯部の周面に個別に対面可能に配置してなる。両側の永久磁石は中央の永久磁石と軸方向極性反対に配置され、これにより、永久磁石は奇数番目の軟磁性体の周面をN極に、偶数番目の軟磁性体の周面をS極に磁化する。

【0007】このように構成すると、各コイルの通電、非通電の組み合わせにより、可動コアを軸方向3つの位置にシフトさせることができ、かつ、各コイルに通電しない場合に各歯部の周面と各軟磁性体の周面との間の磁気力（デテントフォース）により前記3つの位置で安定保持されることができる。すなわち、この電磁式リニアアクチュエータでは、各永久磁石により磁化された可動コアの4つの軟磁性体の周面と、固定コアの各周面に突設

されて可動コアの4つの周面に個別に対面可能な4つの歯部とをもち、固定コアのこれら4つの歯部周面と可動コアの4つの軟磁性体周面(磁極面)との間の磁気力をコイル電流により制御するので、コイル電流が小さくても強力な推進力を得ることができる。

【0008】また、各コイルへの通電がすべて遮断された状態において、上記3つの安定位置のうち最も近接する安定位置にて磁氣的に最も安定するので、可動コアを停電時に現在位置に安定に保持することができるとともに、位置シフト時以外は、コイル通電を遮断して電力消費を節減することもできる。請求項2記載の構成は請求項1記載の電磁式リニアアクチュエータにおいて更に、可動コアは、永久磁石により隣接する歯部に形成される磁束と同一方向へ磁束を形成する方向へ各前記コイルの一つに通電し、永久磁石により隣接する歯部に形成される磁束と反対方向へ磁束を形成する方向へ残りのコイルに通電することにより前記3つの安定位置間で強い推進力でシフトされる。

【0009】更に説明すると、上記永久磁石起因の磁束(以下、永久磁束ともいう)を増大する方向へ一つのコイルへ通電することにより生じる磁束はこの通電コイル側へ可動コアをスラストを生じさせ、上記永久磁束を減少ないしキャンセルする方向へ残りの二つのコイルへ通電することにより生じる磁束は上記永久磁束により生じる上記スラストに抗する力を低減ないしキャンセルする。

【0010】請求項3記載の構成によれば請求項1又は2記載の電磁式リニアアクチュエータにおいて更に、可動コアが一方位置にある場合に、第1、第2軟磁性体の周面は第1、第2歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、第3、第4軟磁性体の周面は第3、第4歯部の周面に略対面しない配置を有する。可動コアが他方位置にある場合に、第3、第4軟磁性体の周面は第3、第4歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、第1、第2軟磁性体の周面は第1、第2歯部の周面に略対面しない配置を有する。可動コアが中央位置にある場合に、第2、第3軟磁性体の周面は第2、第3歯部の周面に径方向において略全面的に対面し、第1、第4軟磁性体の周面は第1、第4歯部の周面に略対面しない配置を有することで、位置変化に対する磁束変化が大きくなるのでデティント力を増大することができる。

【0011】なお、ここでいう略全面的に対面するということは、軟磁性体の周面の80%以上が歯部の周面に径方向に対向することを意味し、略対面しないとは、軟磁性体の周面の80%以上が歯部の周面に径方向に対向しないことを意味するものとする。

【0012】

【発明を実施するための態様】本発明の好適な態様を以下の実施例を参照して説明する。

【0013】

【実施例】本発明の電磁式リニアアクチュエータの一実施例を図面を参照して以下に説明する。図1はこの電磁式リニアアクチュエータのコイル通電遮断時の状態を示す模式軸方向断面図、図2はこの電磁式リニアアクチュエータの左位置(一方位置)シフト状態を示す模式軸方向断面図、図3はこの電磁式リニアアクチュエータの通電による中央位置シフト状態を示す模式軸方向断面図、図4はこの電磁式リニアアクチュエータの右位置(他方位置)シフト状態を示す模式軸方向断面図である。

【0014】1は軟磁性体からなる略円筒状の固定コア、2はこの固定コアの孔部に軸方向摺動自在に保持される可動コア、3は左コイル(一方側コイル)、4は中央コイル、5は右コイル(他方側コイル)である。固定コア1の内周面には、軸方向左側から順に軸方向へ所定間隔隔ててそれぞれリング状の4つの歯部11~14が径内側へ向けて突設され、これら各歯部11~14間に3つのスロット部15~17が形成されている。もちろん、各歯部11~14は固定コア1のヨーク部によりスロット部15~17の外周側にて磁氣的に接続されている。

【0015】左側のスロット部15には左コイル3が、中央のスロット部16には中央コイル4が、右側のスロット部17には右コイル5がそれぞれ収容されている。可動コア2は、軸方向両側の端面が磁極面となるように磁化された3つの永久磁石21~23と4つの軟磁性体24~27とを軸方向交互に一体化してなる。永久磁石21、23は左端面がN極、右端面がS極に磁化され、永久磁石22は左端面がS極、右端面がN極に磁化されている。これにより、軟磁性体24の外周面はN極、軟磁性体25の外周面はS極、軟磁性体26の外周面はN極、軟磁性体27の外周面はS極に、それぞれ磁化されている。

【0016】軟磁性体24の外周面は歯部11の内周面に近接あるいは径方向に対面し、軟磁性体25の外周面は歯部12の内周面に近接あるいは径方向に対面し、軟磁性体26の外周面は歯部13の内周面に近接あるいは径方向に対面し、軟磁性体27の外周面は歯部14に近接あるいは径方向に対面している。この実施例では、永久磁石21~23の軸方向長Xは各スロット部15~17の軸方向長Sに等しく形成され、歯部11、14の軸方向長Yは軟磁性体24~27の軸方向長Gに等しく形成され、歯部12、13の軸方向長Zは $0.5X+Y$ とされている。これにより、この可動コア2の片側ストロークSTKは各スロット部15~17の軸方向長Sの半分に等しくなる。もちろん、上記寸法以外の寸法の設定も可能である。

【0017】その他、可動コア2の外周面に絶縁樹脂フィルムなどを被着してそれらを一体化することも可能であり、可動コア2を摺動自在に保持する非磁性の筒部を固定コア1の内周面に嵌入してもよい。以下、この電磁

式リニアアクチュエータの動作を図1～図4に基づいて順次説明する。

【0018】なお、以下において、歯部11と軟磁性体24との間の永久磁束を $\Phi 1$ とし、歯部12と軟磁性体25との間の永久磁束を $\Phi 2$ とし、歯部13と軟磁性体26との間の永久磁束を $\Phi 3$ とし、歯部14と軟磁性体27との間の永久磁束を $\Phi 4$ として説明する。

(通電遮断時中央位置状態) 図1は、可動コア2が中央位置にある状態で各コイル3～5への通電遮断した場合を示す。

【0019】この時のディテントフォースについて以下に説明する。この状態では、軟磁性体25の右端面が第2歯部12の右端縁に等しい軸方向位置をもち、軟磁性体26の左端面が第3歯部13の左端縁に等しい軸方向位置をもち、歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図1に示す中央位置から左にずれると、全体として減少する。これは主に歯部13と軟磁性体26とのエッジのずれの増加により歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。

【0020】同様に、歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図1に示す中央位置から右にずれると、全体として減少する。これは主に歯部12と軟磁性体25とのエッジのずれの増加により歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。これにより、可動コア2は中央位置に安定に保持される。

【0021】(通電遮断時左シフト位置状態) 可動コア2が左シフト位置にある状態で各コイル3～5への通電遮断した場合を図2を参照して以下に説明する。この状態では、軟磁性体24の両端面が第1歯部11の両端縁に等しい軸方向位置をもち、軟磁性体25の左端面が第2歯部12の左端縁に等しい軸方向位置をもち、

【0022】この時のディテントフォースについて以下に説明する。歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図2に示す左シフト位置から左にずれると、全体として減少する。これは主に歯部11と軟磁性体24とのエッジのずれ、及び、歯部12と軟磁性体25とのエッジのずれにより歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。

【0023】同様に、歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図2に示す左シフト位置から右にずれると、全体として減少する。これは主に歯部11と軟磁性体24とのエッジのずれにより歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。これにより、可動コア2は左シフト位置に安定に保持される。

(通電遮断時右シフト位置状態) 可動コア2が右シフト位置にある状態で各コイル3～5への通電遮断した場合を図4を参照して以下に説明する。

10

【0024】この状態では、軟磁性体27の両端面が第4歯部14の両端縁に等しい軸方向位置をもち、軟磁性体26の右端面が第3歯部13の右端縁に等しい軸方向位置をもち、この時のディテントフォースについて以下に説明する。歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図4に示す左シフト位置から右にずれると、全体として減少する。これは主に歯部14と軟磁性体27とのエッジのずれ、及び、歯部13と軟磁性体26とのエッジのずれにより歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。

20

【0025】同様に、歯部11～14と軟磁性体24～27との間の磁束量は、可動コア2が図4に示す右シフト位置から左にずれると、全体として減少する。これは主に歯部14と軟磁性体27とのエッジのずれにより歯部と軟磁性体との間の磁束量が全体として減少するためである。これにより、可動コア2は右シフト位置に安定に保持される。

【0026】(通電による左シフト) 通電により可動コア2を中央位置から左シフト位置へ移動させる場合を図1、図2を参照して以下に説明する。この場合には、コイル3に $\Phi 1$ を増加させる方向に通電し、コイル4に $\Phi 3$ を減少させる方向に通電し、コイル5に $\Phi 4$ を減少させる方向に通電する。この実施例では、図における軸方向右側から左側をみる姿勢で時計方向の電流の流れを正通電方向とし、逆方向を逆通電方向とすれば、コイル3、4に正通電方向に、コイル5に逆通電方向に通電する。

30

【0027】その結果、可動コア2を左に付勢する $\Phi 1$ が増加し、可動コア2を右に付勢する $\Phi 3$ 、 $\Phi 4$ が減少しないしキャンセルされるので、可動コア2は左位置にシフトする。更に、この通電を持続する場合には、この左シフト位置を強く保持することができる。

【0028】(通電による中央シフト) 通電により可動コア2を左位置から中央位置へ移動させる場合を図2、図3を参照して以下に説明する。この場合には、コイル3に $\Phi 1$ 、 $\Phi 2$ を減少させる方向に通電し、コイル4に $\Phi 2$ 、 $\Phi 3$ を増加させる方向に通電し、コイル5に $\Phi 3$ 、 $\Phi 4$ を減少させる方向に通電する。この実施例では、コイル3～5を全て逆通電方向に通電する。

40

【0029】その結果、可動コア2を左に付勢する $\Phi 1$ が減少し、可動コア2を右に付勢する $\Phi 3$ が大幅に増加するので、可動コア2は中央位置にシフトする。なお、可動コア2を右に付勢する $\Phi 4$ は減少するが、もともと、 $\Phi 4$ は小さいので、問題とはならないばかりか、可動コア2が右方向へシフトして中央位置へ達した後、慣性により更に右へ変位するのを抑止することができる。

【0030】上記の他、この左シフト位置から中央位置への通電シフトにおいて、コイル5に通電を行わないことも可能であり、この場合には、永久磁石23による磁束を左シフトのための付勢力とすることができる。ま

50

た、シフトの後期ないし終了直後においてのみコイル5に通電することも可能である。このようにすれば、シフト初期において、左シフトのために永久磁石23による磁束を利用し、シフトによる慣性をキャンセルするためにシフト後期ないし終了直後にコイル5の通電による付勢力を利用することができる。

【0031】更に、この通電を持続する場合には、この中央位置を強く保持することができる。すなわち、既に図1の通電遮断時中央位置の状態の説明したようにコイル4が可動コア2をこの中央位置へ安定させるΦ2、Φ3を強化し、コイル3が可動コア2を左動させる付勢力を発生するΦ1を低減し、コイル5が可動コア2を右動させる付勢力を発生するΦ4を低減するので、可動コア2はこの中央位置で強く安定する。

【0032】(通電による右シフト) 通電により可動コア2を中央位置から右シフト位置へ移動させる場合を図3、図4を参照して以下に説明する。この場合には、コイル5にΦ4を増加させる方向に通電し、コイル4にΦ2を減少させる方向に通電し、コイル3にΦ1を減少させる方向に通電する。この実施例では、コイル4、5に正通電方向に、コイル3に逆通電方向に通電する。

【0033】その結果、可動コア2を右に付勢するΦ4が増加し、可動コア2を左に付勢するΦ1、Φ2が減少ないしキャンセルされるので、可動コア2は左位置にシフトする。更に、この通電を持続する場合には、この左シフト位置を強く保持することができる。

【0034】(通電による中央シフト) 通電により可動コア2を右位置から中央位置へ移動させる場合を以下に説明する。この場合には、既に説明した通電により可動コア2を左位置から中央位置へ移動させる場合と同じである。

【0035】(効果) いままで説明したこの実施例の電磁式リニアアクチュエータによれば、通電遮断状態でも可動コア2を3つの位置で安定にさせることができ、更に、3つのコイルへの通電により可動コア2をこれらの位置でシフトさせることができる。したがって、シフト時のみの通電で作動させることができ、電力節減を実現し、コイルを短時間定格仕様とすることができるため装置の小型化も実現することができる。

【0036】更に、強いディテントフォースを必要とする場合には、常時通電により更に安定に位置保持を行う

こともできる。なお、この実施例では、永久磁石21～23の軸方向長Xを各スロット部15～17の軸方向長Sに等しく形成し、歯部11、14の軸方向長Yを軟磁性体24～27の軸方向長Gに等しく形成し、歯部12、13の軸方向長Zを $0.5X+Y$ とし、これにより、この可動コア2の片側ストロークSTKを各スロット部15～17の軸方向長Sの半分に等しくなるように設定したが、通電遮断状態における三位置安定と、コイル3～5への通電制御により位置シフトが可能な範囲で上記寸法関係を静磁気理論に基づいて種々変更することができることは当然である。

【0037】たとえば、永久磁石21～23の軸方向長Xを各スロット部15～17の軸方向長Sの $0.8\sim 1.2$ 倍に等しく形成し、歯部11、14の軸方向長Yを軟磁性体24～27の軸方向長Gの $0.8\sim 1.2$ 倍に等しく形成し、歯部12、13の軸方向長Zを $(0.5X+Y)$ の $0.8\sim 1.2$ 倍に等しく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の電磁式リニアアクチュエータにおいて通電全遮断時で可動コアが中央位置にある場合を示す模式軸方向断面図である。

【図2】実施例の電磁式リニアアクチュエータにおいて左シフト通電時の可動コア位置を示す模式軸方向断面図である。

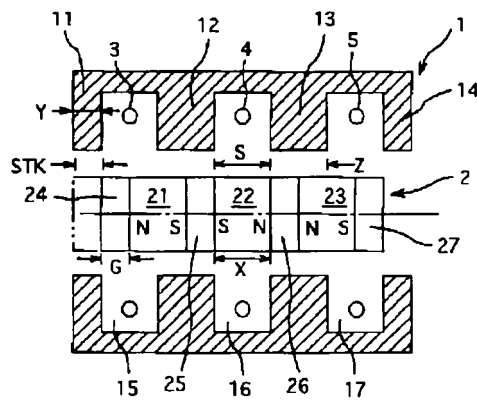
【図3】実施例の電磁式リニアアクチュエータにおいて中央位置復帰通電時の可動コア位置を示す模式軸方向断面図である。

【図4】実施例の電磁式リニアアクチュエータにおいて右シフト通電時の可動コア位置を示す模式軸方向断面図である。

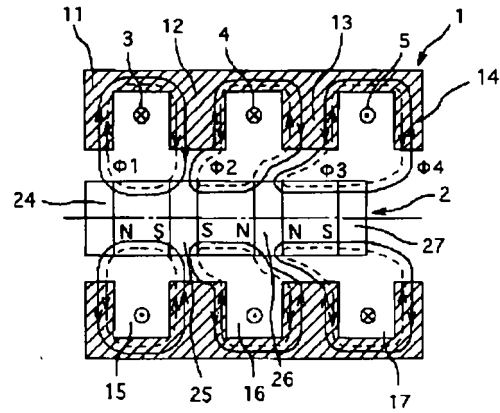
【符号の説明】

1は固定コア、2は可動コア、3～5はコイル、11は第1歯部、12は第2歯部、13は第3歯部、14は第4歯部、15～17はスロット部、21は永久磁石(第1永久磁石)、22は永久磁石(第2永久磁石)、23は永久磁石(第3永久磁石)、24は軟磁性体(第1軟磁性体)、25は軟磁性体(第2軟磁性体)、26は軟磁性体(第3軟磁性体)、27は軟磁性体(第4軟磁性体)

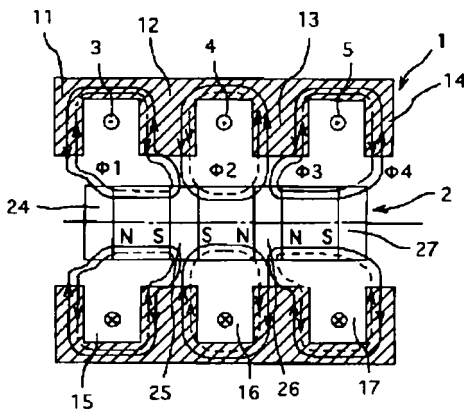
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

